

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES BESOINS EN EAU DU COTONNIER A L'OFFICE DU NIGER (Mali)

par

R. KAISER

Agronome à la Station de KOGONI
(Office du Niger, Mali)

INTRODUCTION

L'étude des irrigations du cotonnier a été entreprise, sur la station de KOGONI, en 1962-1963. En 1965, le point des travaux était fait par G. SEMENT.

Si rien ne pouvait être ajouté au chapitre « Irrigation », l'étude des besoins en eau devait être complétée à condition de bénéficier d'une année peu pluvieuse. Cette condition ayant été remplie en 1966, les mesures ont été faites dans de bonnes conditions.

TECHNIQUE ET MÉTHODE

Nous comparons deux séries de mesures, l'une donnée par l'interprétation des profils hydriques relevés sur une parcelle de 1,2 ha de cotonniers, l'autre donnée par une cuve, type INEAC, de 4 m² située sur cette même parcelle.

Ces mesures sont rapprochées des résultats obtenus sur une cuve de même type mais contenant du *Digitaria decumbens*, qui nous donne avec la formule de TURC une approximation de l'évapotranspiration-climat.

Caractéristiques hydrodynamiques du sol

L'interprétation des profils hydriques implique la connaissance des caractéristiques hydrodynamiques du sol. Nous rappelons ci-dessous les données figurant dans la publication précitée.

Nous travaillons sur un sol Dian-Moursi, très riche en éléments fins (argile + limon = 50-65 %), ayant une mauvaise stabilité structurale.

La densité apparente a été déterminée par volumétrie, sans densitomètre, jusqu'à 60 cm. Elle est de 1,63.

La capacité de rétention a été déterminée au champ en faisant les moyennes de nombreuses mesures de profils de ressuyages (tabl. 1).

A 1,90 m, l'horizon est sableux.

Le point de flétrissement qui correspond à la limite inférieure d'humidité dans le sol, a été déterminé expérimentalement et fixé à 85 % de la capacité de rétention.

Tableau 1. — Capacités de rétention du sol
Dian-Moursi selon la profondeur

Profondeur du profil en cm	Capacité de rétention Eau, en % de la terre sèche
10	23,1
30	22,0
50	21,5
70	21,5
90	22,1
110	23,1
130	24,4
150	24,1
170	21,9
190	16,9

La formule de calcul donnant la quantité d'eau dans le sol est la suivante :

$$V = (H_s - H_i) \times e \times d$$

V : m³/ha

H_s : limite supérieure de l'humidité du sol

H_i : limite inférieure de l'humidité du sol

e : horizon exploité par les racines en cm

d : densité apparente.

Les mesures d'humidité sont réalisées :

— au champ, par 4 prélèvements de terre du côté arroseur et 4 prélèvements du côté drain. Cette répartition nous permet de connaître l'efficacité des irrigations. Ces prélèvements sont faits aux profondeurs indiquées au tableau 1.

— au laboratoire, par pesée avant et après passage à l'étuve (105 °C pendant 24 heures). Les pourcentages d'humidité sont calculés par rapport à la terre sèche.

Estimation de l'évapotranspiration

a) Cuves d'évapotranspiration. Elles sont arrosées régulièrement et l'évapotranspiration est calculée par différence entre l'eau apportée et l'eau de drainage. Le substrat est composé d'un mélange de sable et

de fumier enrichi d'une solution comprenant les éléments N, S, P et K.

b) Estimation par la formule de TURC :

La formule de TURC donne l'évapotranspiration climat.

$$ETP = \frac{0,13 \times t}{t + 15} \times (I_g + 50) \times \left(1 + \frac{50 - hR}{70}\right) \text{ en mm/décade.}$$

t : température moyenne de l'air sous abri en °C ;

I_g : radiation globale d'origine solaire, directe et diffusée, en petites calories/cm² et par jour ;

hR : humidité relative moyenne de l'air, en % ;

I_g est calculé de la façon suivante :

$$I_g = I_{ga} (0,18 + 0,62 h/H)$$

I_{ga} : énergie de la radiation solaire qui atteindrait le sol si l'atmosphère n'existait pas ;

h : durée de l'insolation mesurée à l'héliographe ;

H : durée astronomique du jour.

RÉSULTATS

Le tableau 2 donne une vue d'ensemble de tous les résultats obtenus cette année.

1) E.T.P.-climat

La comparaison entre les mesures données par la formule de TURC et par la cuve à *D. decumbens* font apparaître une concordance satisfaisante jusqu'en août. À partir d'août, les mesures par décade de la cuve sont très variables, mais les moyennes mensuelles concordent.

Tableau 2. — Valeurs d'E.T.P.-climat et de l'évapotranspiration en 1966 à la station de KOGONT

Mois	Décade	E.T.P. - Climat		Evapotranspiration		Observations
		Formule de Turc	Cuve à <i>Digitaria</i>	Cuve à cotonnier	Profils hydriques	
		en mm/jour				
Juin	1	5,8	8,5	5,7		du 7 au 30 juin du 21 au 6 juillet
	2	5,6	5,2	6,1	1,9	
	3	5,8	5,4	4,5	1,3	
Moyenne		5,7	6,3	5,4		
Juillet	1	5,2	5,6	4,0		du 6 au 25 juillet du 25 au 12 août
	2	5,7	5,3	5,9	3,8	
	3	5,6	5,5	5,8	4,3	
Moyenne		5,5	5,5	5,2		
Août	1	5,3	8,5	9,3		du 12 août au 2 septembre
	2	5,2	6,3	8,6	5,8	
	3	5,0	1,7	5,7		
Moyenne		5,2	5,5	7,8		
Septembre	1	4,8	9,3	11,2		du 2 au 23 septembre Remontée de la nappe phréatique
	2	4,9	3,5	4,9	6,2	
	3	5,0	4,1	4,3	3,0	
Moyenne		4,9	5,6	6,8		
Octobre	1	4,7	4,5	5,5		
	2	4,9	8,0	7,5	4,0	
	3	4,2	2,3	2,2	1,6	
Moyenne		4,6	4,8	6,1		
Novembre	1	5,7		6,6		
	2	5,8		6,6		
	3	5,7				
Moyenne		5,7		6,6		

Le drainage de la cuve laisse sans doute à désirer ; il doit y avoir accumulation d'eau libre que nous comptabilisons à tort.

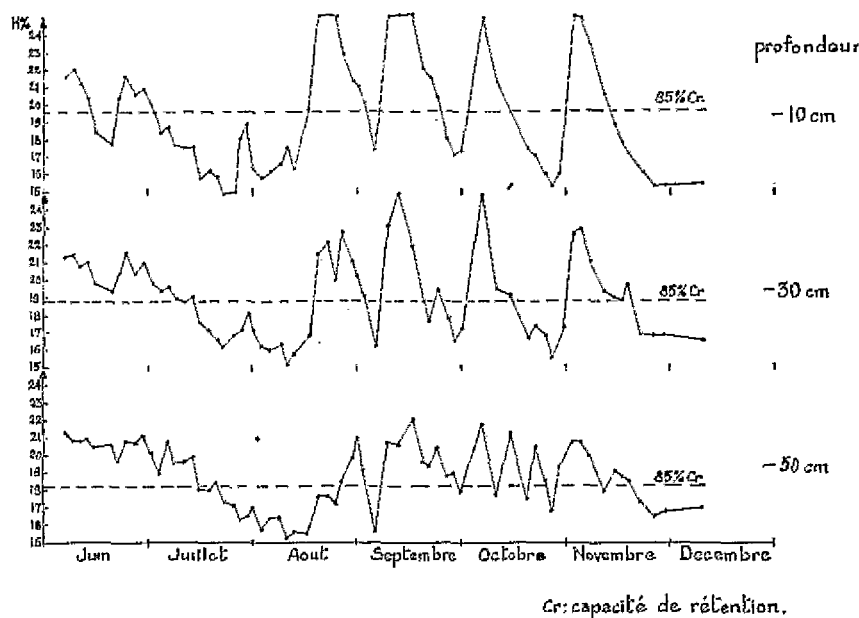
2) E.T. en cuve avec cotonniers

La même constatation s'impose pour cette cuve dont le sol rapporté est de même nature que celui de la cuve à *D. decumbens*.

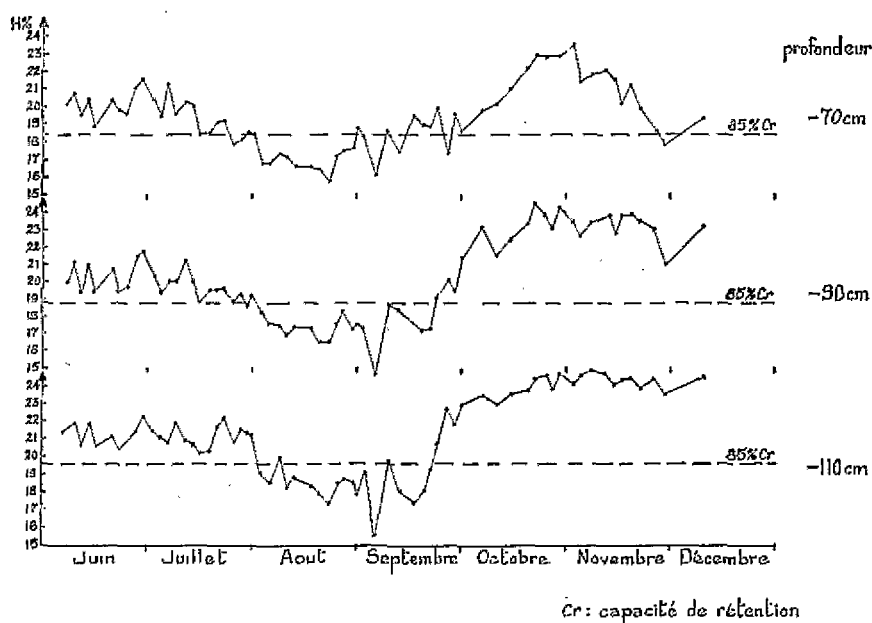
Les moyennes mensuelles confirment les chiffres déjà relevés en 1963 mais sont légèrement plus fortes car les cotonniers avaient, cette année, un développement normal. Une estimation de la récolte nous a permis de l'évaluer à 3 300 kg/ha.

3) E.T. profils hydriques

Les graphiques 1 et 2 donnent la variation des profils du 7 juin au 9 décembre.



Graphique 1



Graphique 2

En ordonnée, sont portés les pourcentages d'humidité aux différentes profondeurs; en abscisse, les mois, réduits à 30 jours, pour faciliter la représentation.

La ligne pointillée, à 85 % de la capacité de rétention, indique la limite inférieure d'humidité au-dessous de laquelle la plante commence à souffrir de la sécheresse.

DISCUSSION

L'analyse de ces graphiques met en évidence la sécheresse de tous les horizons du 20 juillet au 15 août, à un moment où il nous était impossible d'irriguer, car la probabilité de chute de pluies importantes était trop forte.

Les graphiques indiquent aussi que cette sécheresse se prolonge, aux horizons inférieurs, jusqu'au 20 septembre environ (— 90 cm et — 110 cm).

Ils montrent aussi, qu'à partir de début octobre, la nappe phréatique remonte. L'humidité que l'on constate aux horizons inférieurs est celle de la frange capillaire.

Les profils hydriques (graphiques 3, 4 et 5) ont été

choisis comme étant les plus représentatifs. Les espaces de temps assez longs nous ont été imposés par les calculs d'erreurs dont nous donnons un exemple ci-dessous.

— Profil moyen du 25 juillet.

Sur les 8 points de prélèvement nous avons obtenu les valeurs moyennes suivantes :

17,5 — 18,0 — 18,5 — 17,6 — 16,9 — 17,0 — 17,0 — 17,8, moyenne 17,54.

$N = 8$

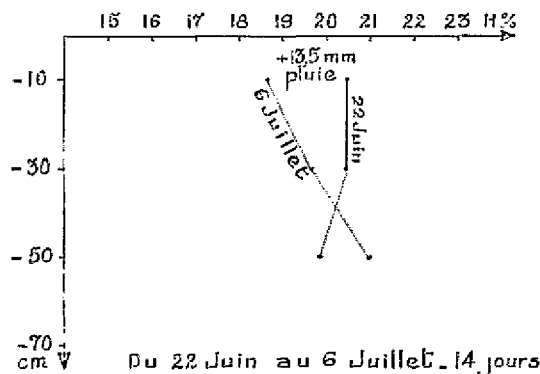
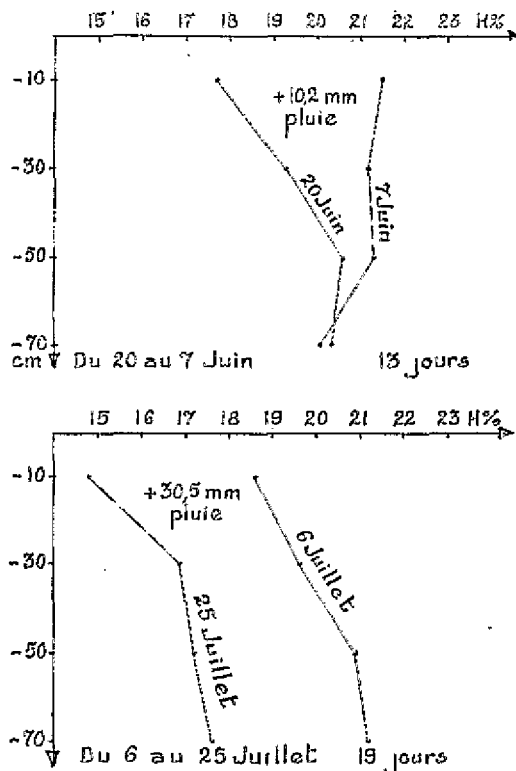
$$\text{Ecart type } s = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N - 1}} = 0,4647$$

$$\text{et } s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{N}}$$

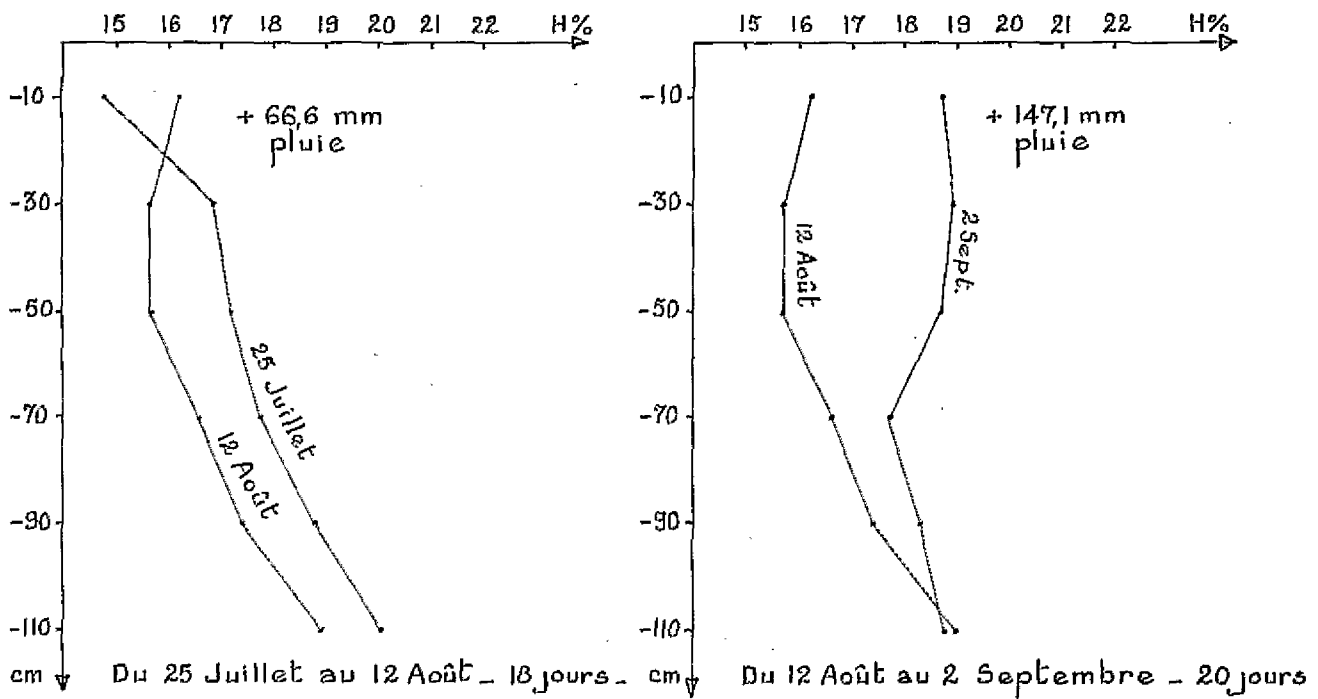
Pour $N = 8$ à $P 0,05$, la valeur de t est de 2,3, donc :

$$\frac{0,46 \times 2,3}{28} = 0,4.$$

Moyenne : $17,5 \pm 0,4 = 17,9$ valeur maximum
17,1 valeur minimum

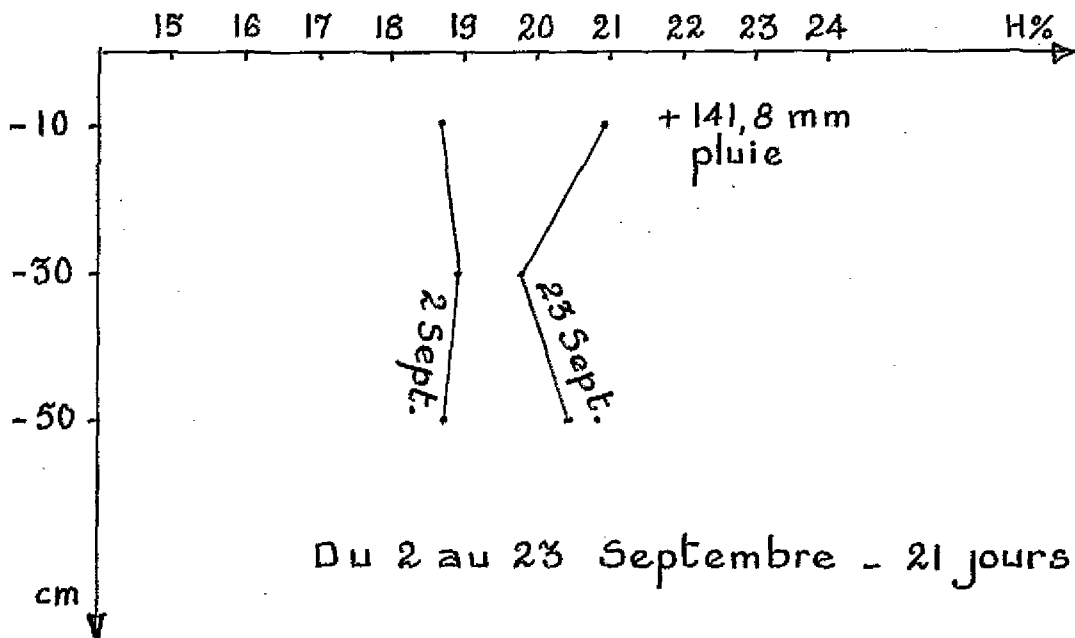


Profils hydriques



Profils hydriques

Graphique 4



Profils hydriques

Graphique 5

Ce calcul a été fait pour chacun des profils étudiés. Nous obtenons, pour chaque mesure, trois valeurs d'évapotranspiration représentées sur le graphique 6. Ces valeurs (maximum, minimum et moyenne) nous ont permis d'établir le tableau 3.

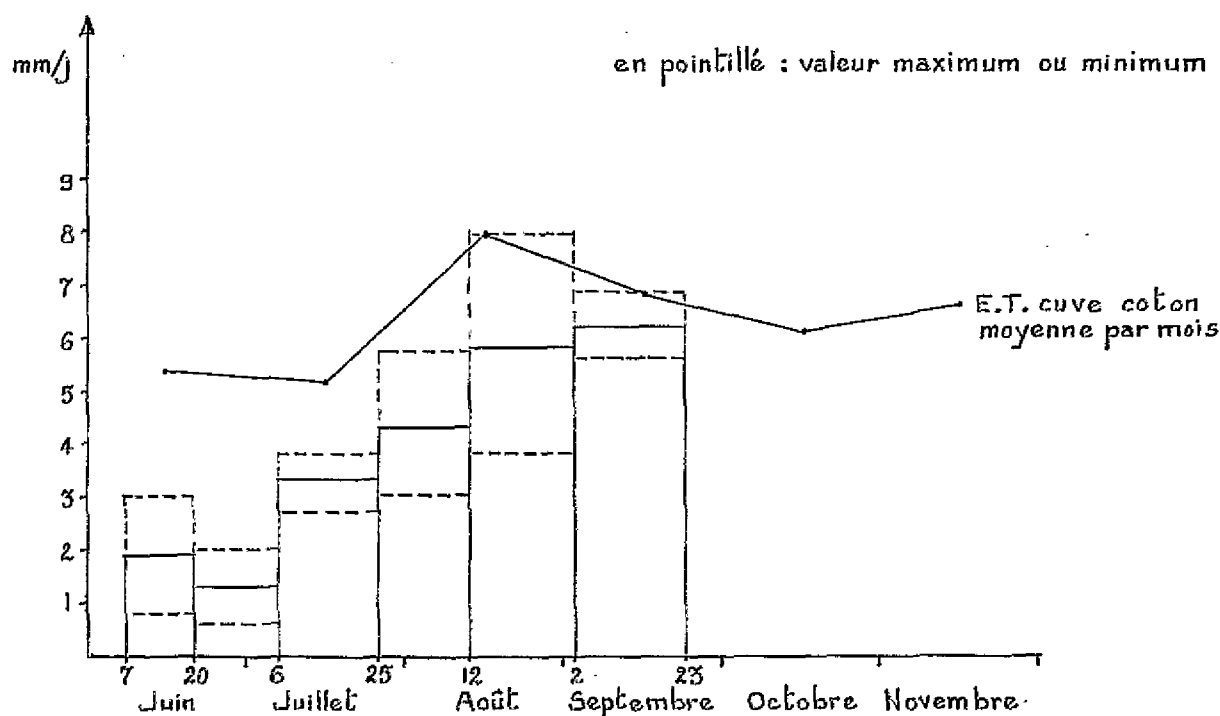
On peut donc se rendre compte que, dans de bonnes conditions, la moyenne d'humidité des 8 échantillons varie en plus ou en moins de 0,5 % environ. Comme nous travaillons sur une différence de deux

moyennes de profils hydriques, c'est en fait de 1 % que les différences peuvent varier. Ceci explique les espaces de temps assez longs séparant deux mesures.

Nous avons arrêté les mesures au 23 septembre, car ensuite les évapotranspirations sont difficilement mesurables. Les cotonniers s'alimentent dans la frange capillaire de la nappe phréatique. Le graphique 2 confirme cette hypothèse, car à partir de 70 cm nous trouvons de l'eau libre dans le profil.

Tableau 3. — Valeur de l'évapotranspiration mesurée à l'aide des profils hydriques en 1966 à la station de KOGONI

Période	Nombre jours	E T mm/jour		
		Moyenne	Maximum	Minimum
du 7 juin au 20 juin	13	1,9	3,0	0,8
du 22 juin au 6 juillet	14	1,3	2,0	0
du 6 juillet au 25 juillet	19	3,3	3,6	2,7
du 25 juillet au 12 août	18	4,3	5,7	3,0
du 12 août au 2 septembre ..	20	5,8	7,9	3,8
du 2 septembre au 23 sept.	21	6,2	6,8	5,6



Représentation E.T. profils hydriques

CONCLUSIONS

Le tableau 4 indique tous les résultats en notre possession.

Pour faciliter les comparaisons nous avons dû ajuster les chiffres aux décades et faire les moyennes mensuelles. Ce tableau nous a permis d'établir le graphique 7.

Compte tenu des approximations déjà mentionnées nous pouvons voir sur le graphique 7 que :

— la période de début de végétation réclame peu d'eau (2,5 mm/jour en moyenne). La valeur E.T. cuve de cette année est visiblement surestimée ;

— en début de floraison les valeurs sont de l'ordre de 5 mm/jour.

Au moment de la pleine floraison, les valeurs sont

beaucoup plus dispersées (de 4,8 à 7,8 mm/jour). Nous pouvons alors constater que les fortes valeurs au champ correspondent aux fortes productions de 1964 et 1963. La valeur « cuve » de 1966 correspond aussi à une forte production.

En septembre, pour la formation des capsulés, les chiffres se regroupent (5,8 à 6,8 mm/jour).

En octobre, la consommation moyenne baisse dès la maturité des premières capsules.

En novembre, le chiffre « cuve » nous semble fort et demande à être vérifié dans les années à venir.

La documentation la plus récente que nous possédons : « The cotton plant » par W.H. THARP, mise à jour en 1965, fait état du tableau 5.

Ces chiffres, bien qu'approximatifs, recoupent les nôtres.

Tableau 4. — *Evapotranspiration en mm par jour*

Mois	Décade	E.T. aux champs ; profils hydriques				E.T. en cuve de végétation	
		1963	1964	1965	1966	1963	1966
Juin	1						5,7
	2	2,5		2,2	1,9		6,1
	3			4,5	1,3		4,5
Moyenne		2,5		3,3	1,6		5,4
Juillet	1			5,1			4,0
	2			5,4	3,8		5,9
	3			5,4	4,3		5,8
Moyenne				5,3	4,0		5,2
Août	1				4,3	4,4	9,3
	2		6,7		5,8	4,4	8,6
	3	6,5	7,7		5,8	5,7	5,7
Moyenne		6,5	7,2		5,3	4,8	7,8
Septembre ..	1	7,1	7,6		6,2	6,0	11,2
	2	7,1			6,2	6,0	4,9
	3	5,6	5,2			5,2	4,3
Moyenne		6,6	6,4		6,2	5,7	6,8
Octobre	1		5,2			5,9	5,5
	2	3,6	5,4			3,3	7,5
	3	4,4				4,9	2,2
Moyenne		4,0	5,3			4,7	6,1
Novembre ..	1						6,6
	2						6,6
	3						
Moyenne							6,6

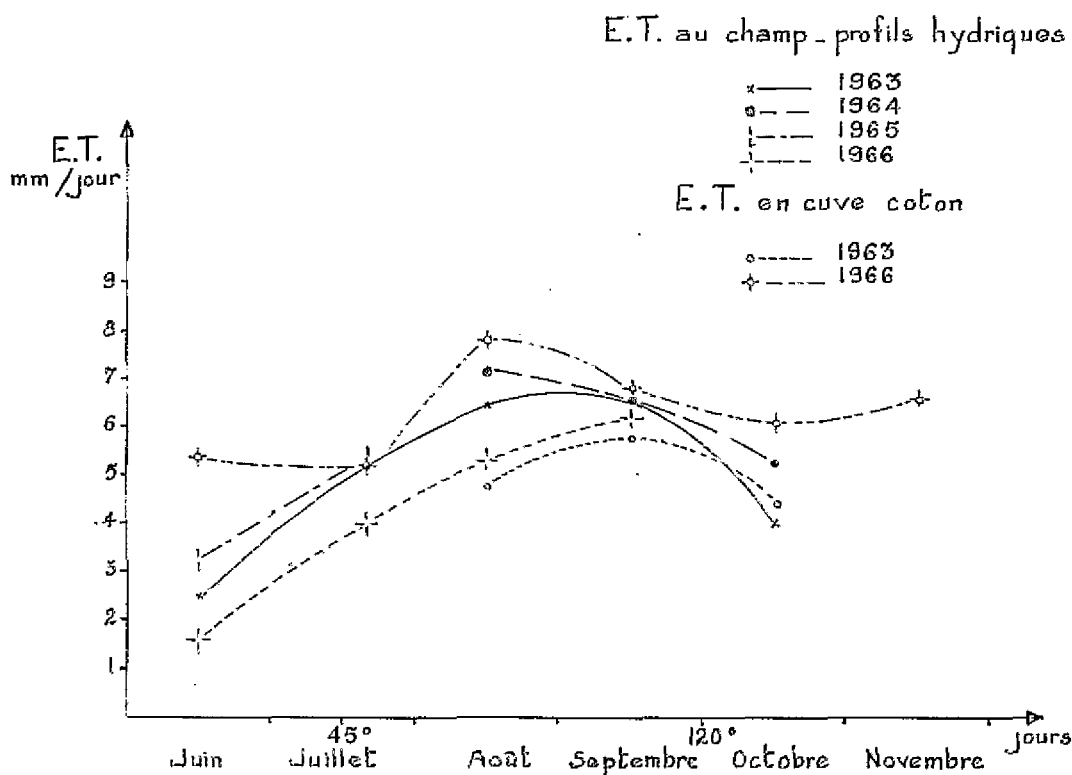


Tableau 5. — Valeurs de l'évapotranspiration du cotonnier déterminées par le Texas Agricultural Extension Service

Stade végétatif	Temps approximatif depuis le semis jours	Quantité d'eau approximative mm
de la levée au 1 ^{er} bouton floral	10 à 45	moins de 2,5
du 1 ^{er} bouton floral à la 1 ^{re} fleur	45 à 75	de 2,5 à 6,3
pleine floraison ..	75 à 120	de 6,3 à 10,1

RÉSUMÉ

La campagne 1966-1967 a été favorable aux mesures de besoin en eau du cotonnier sur la station de KOGONI.

Nous pouvons admettre que le cotonnier consomme environ sous le climat de KOGONI :

2,5 mm/jour en début de végétation ;

5 mm/jour en début de floraison ;

5 à 8 mm/jour en pleine floraison ;

6 à 7 mm/jour en fin de floraison et début de formation des capsules ;

4 à 6 mm/jour à partir de la maturité des capsules.

Nos renseignements sont moins précis en fin de campagne et demandent à être confirmés.

Le calcul d'erreurs montre que la recherche d'une précision plus grande est inutile avec les moyens mis à notre disposition.

BIBLIOGRAPHIE

G. SEMENT. — 1965. Economie de l'eau du cotonnier et irrigations à l'Office du Niger (Mali). *Cot. Fib. Trop.*, XX, 4, 481-516.

W.H. THARP. — 1965. The cotton Plant. *U.S.D.A., agric. Res. Ser., Agric. Handbook*, n° 178, 17 p.

SUMMARY

1966-1967 crop season was favourable to the measurements of cotton water requirements on KOGONI Station.

We can admit that under KOGONI climate, cotton water require are as follows :

2,5 mm daily at the beginning of the growth;
5 mm daily at the beginning of flowering;
from 5 up to 8 mm daily in full bloom;
from 6 up to 7 mm daily at the end of flowering
and at the beginning of boll setting;
from 4 up to 6 mm daily from boll maturity on.

The data that we have for the end of the crop season lack in precision and should be confirmed.

Calculating errors shows that it is useless to try and have greater precision with the means available for us.

RESUMEN

La campaña 1966-1967 ha sido favorable a las me-

didias de las necesidades de agua del algodón en la Estación de KOGONI.

Podemos admitir que el algodón consume, bajo el clima de KOGONI, aproximadamente:

- 2,5 mm/día al comienzo de la vegetación;
- 5 mm/día al comienzo de la floración;
- 5 a 8 mm/día en plena floración;
- 6 a 7 mm/día al final de la floración y comienzo de la formación de las cápsulas;
- 4 a 6 mm/día a partir de la madurez de las cápsulas.

Nuestros informes son menos precisos al final de la campaña y precisan confirmación.

El cálculo de errores muestra que la búsqueda de una precisión mayor es inútil con los medios puestos a nuestra disposición.